

УДК 004.032.26

Складчиков І.О., студент гр. ПК-71
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ В ТЕПЛОВІЗІЙНИХ СИСТЕМАХ КОНТРОЛЮ БЕЗПЕКИ

Анотація. Розглянуто перспективи застосування системи теплобачення для контролю безпеки. З метою підвищення ефективності таких систем пропонується автоматизація процесу обробки тепловізійних зображень за допомогою засобів машинного навчання. Зокрема, одним з найбільш розвинутих методів є використання згорткових нейронних мереж.

Ключові слова: згорткові нейронні мережі, тепловізори, охоронні системи, машинне навчання.

ВСТУП

На сьогоднішній день, одним з головних факторів нашого життя є безпека. В місцях зі значною концентрацією людей особливо актуальним є питання фіксації та контролю випадків виникнення несанкціонованих подій. Зокрема, важливою задачею є виявлення прихованих небезпечних предметів і пошук способів зробити це найбільш ефективно, достовірно та результативно [1].

Для вирішення даної проблеми, застосовуються системи на базі охоронних тепловізорів. Специфічною особливістю такого типу тепловізорів є вимога отримання розбірливих та якісних зображень порушника на якомога більших відстанях в максимальному робочому діапазоні температур. При цьому зображення має бути як можна більш чітким, щоб зменшити можливість неправдивого спрацювання охоронної системи. Забезпечити дані умови можливо шляхом покращення апаратних параметрів тепловізора та застосування спеціальних методів цифрової обробки термограм. З метою підвищення ефективності роботи охоронних тепловізійних систем, перспективне застосування методів машинного навчання на базі нейронних мереж[2]. Автоматизація процедури контролю безпеки дозволить знизити роль оператора у прийнятті рішень, підвищити достовірність результатів та скоротити час реагування у випадку виникнення загрозливих ситуацій або виявлення у осіб потенційно небезпечних предметів.

ОГЛЯД ПОПЕРЕДНІХ РОБІТ

Оскільки сучасні тепловізійні системи контролю безпеки знаходяться на початковому етапі розвитку, а більшість новітніх розробок за цією тематикою виконуються в режимі підвищеної секретності, кількість наукових публікацій за даним напрямом є обмеженою. В роботі [3] розглянуті перспективні області застосування тепловізійних систем контролю безпеки. В результаті аналізу існуючих рішень доводиться, що використання тепловізійного обладнання в охоронних системах дозволяє значно підвищити рівень безпеки. Стверджується, що покращення технологічного процесу виробництва тепловізійного обладнання та, як наслідок, зниження вартості охоронних тепловізорів в майбутньому призведе до широкого поширення даного методу контролю безпеки. Втім, авторами роботи не запропоновано можливих способів автоматизації роботи подібних систем.

Відомий підхід до побудови охоронних систем з використанням комбінації інфрачервоних та терагерцових зображень за допомогою програмного забезпечення Actor Prolog [4]. Авторами роботи сформовано та викладено у вільний доступ об'ємну базу навчальних зображень, які можуть бути використанні для розробки алгоритмів автоматизації процесу відеонагляду та контролю безпеки. Створений набір даних складається з зображень акторів в видимому, інфрачервоному та терагерцовому спектрах електромагнітного випромінювання. Під одягом акторів заховані потенційно небезпечні предмети (у прикладі, наведеному на рисунку 1, в особи під одягом знаходиться холодна зброя). Автори даної розробки передбачають можливість автоматизації обробки зображень зі складу розглянутого набору даних, але не пропонують конкретних шляхів вирішення цього завдання.



Рисунок 1. Приклад зображень з навчального набору даних Actor Prolog

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

На основі з набору даних, що надається розробниками проекту Actor Prolog, можливо дослідити та оптимізувати процес автоматизованої обробки теплових зображень. Для досягнення даної мети необхідно визначити метод, який буде найбільш ефективним в рамках розглянутих умов. Враховуючи особливості роботи тепловізійної техніки та високий рівень завад на термограмах, не рекомендується застосовувати традиційні статистичні методи обробки зображень [5]. Альтернативою є методи глибинного навчання із застосуванням нейронних мереж (НМ). Характерної особливістю НМ є не пряме алгоритмічне вирішення задачі, а навчання в процесі вирішення великого числа подібних задач. На сьогоднішній день, в області аналізу зображень найбільш ефективним є використання згорткових НМ.

Згорткові нейронні мережі – це окремий клас глибинних штучних НМ прямого розповсюдження, створений спеціально для аналізу візуальної інформації. Робота таких мереж заснована на імітації процесів, які

відбуваються в зоровій корі головного мозку. Основною їх перевагою є те, що вони не програмуються в звичному сенсі цього слова, а навчаються на основі попередньо підготовленої бази зображень. Саме можливість навчання вигідно відрізняє НМ серед традиційних алгоритмів цифрової обробки термограм.

Перша відома модель згорткової НМ була призначена для розпізнавання рукописних символів. Зазвичай, архітектура такої НМ складається з декількох багатовимірних прошарків штучних нейронів, оптимізованих для виявлення закономірностей у візуальних зображеннях. Особливістю моделі згорткової НМ є у доповнення архітектури повнозв'язної мережі прямого розповсюдження окремими згортковими прошарками, в яких кожен нейрон пов'язаний тільки з невеликою групою нейронів попереднього прошарку. Така організація мережі дозволяє виділяти на початковому зображенні лише примітивні діагностичні ознаки, такі як ребра або грані, а на наступних прошарках мережі об'єднувати виділені ознаки для отримання все більш складних елементів. Завдяки цьому з'являється можливість ефективно розпізнавати приховані закономірності та виділяти комплексні образи на зображеннях.

В тепловізійних системах контролю безпеки основним завданням є розпізнавання наявності небезпечних предметів, вогнепальної або холодної зброї, яка може бути прихована під шарами верхнього одягу. За аналогією до принципів роботи людського мозку, розпізнавання із використанням НМ виконується за тисячами різних діагностичних ознак. У випадку традиційних статистичних або математичних методів розпізнавання, набір діагностичних ознак завчасно задається розробником. Згорткові НМ здатні в автоматичному режимі знаходити та виділяти саме ті діагностичні ознаки, які необхідні для розпізнавання даного конкретного предмету [6].

На початковому етапі розробки автоматизованої тепловізійної системи контролю безпеки пропонується використання архітектури згорткової НМ, показаної на рисунку 2. На вхід мережі подається інфрачервоне зображення особи, щодо якої проводяться контрольні заходи. Виходом є номер класу, який відповідає відсутності або наявності у особи забороненого предмету.

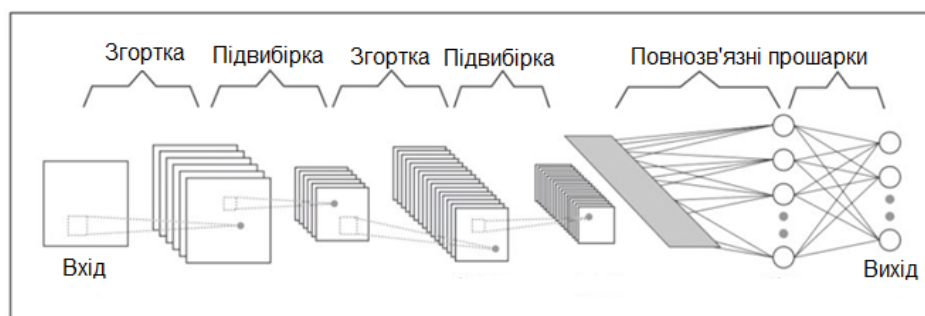


Рисунок 2. Запропонована архітектура нейронної мережі для аналізу термограм

В зазначеній архітектурі використовується по два прошарки згортки та підвибірки. Згортка у відповідних прошарках застосовується для формування мережею набору діагностичних ознак. За допомогою прошарків підвибірки реалізується вибір найбільш значущих ознак попереднього прошарку і скорочення розмірності наступних прошарків. Далі виконується операція

перетворення отриманих карт ознак в одновимірний масив та класифікація термограми за допомогою одного або двох повнозв'язних прошарків. За допомогою такої архітектури можливо не лише визначити наявність або відсутність у особи небезпечних предметів, а і визначити їх конкретний тип.

ВИСНОВКИ

В даній роботі проаналізовано шляхи розвитку та підвищення ефективності тепловізійних систем в сфері безпеки. Разом з покращенням технічних параметрів тепловізійного обладнання, перспективним напрямом є автоматизація роботи охоронних систем. Завдяки ряду переваг, в якості методу автоматизації обробки теплових зображень пропонується застосування згорткових нейронних мереж. Основним завданням для подальших досліджень є вибір необхідної архітектури нейронної мережі та тестування її роботи на навчальних наборах даних. Використання глибинного навчання дозволить збільшити ефективність роботи тепловізійних охоронних систем і, як наслідок, підвищити їх надійність та загальний рівень контролю безпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Половко С.А. Применение систем технического зрения для противодействия терроризму / С.А.Половко, Е.Ю.Смирнова, Д.Н. Степанов // Вопросы оборонной техники. Технические средства противодействия терроризму. – №16.– 2010. – с.53-57.
- [2] Momot A. S. The Use of Backpropagation Artificial Neural Networks in Thermal Tomography / A. S. Momot, R.M. Galagan. // proc. 2018 IEEE First International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC) Kiev, 8-12 October 2018 / IEEE. – 2018. – pp. 1–6.
- [3] Шалаев Д.И. Использование тепловизионного оборудования в системах охранного мониторинга / Д.И. Шалаев, Д.Ю. Калков. // сбор. мат. конф. «Актуальные вопросы эксплуатации систем охраны и защищенных систем», Воронеж, 07 июня 2018 г.– 2018. – с. 93–94.
- [4] Морозов А.А. Анализ видеоизображений в реальном времени средствами языка Акторный Пролог/ А.А. Морозов, О.С. Сушкова // Компьютерная оптика. - 2016. – № 6. – с. 947-957
- [5] Момот А.С. Аналіз методів цифрової обробки термограм / А. С. Момот, Р. М. Галаган. // Вісник Київського політехнічного інституту. Серія приладобудування. – 2018. – №55. – с. 108–117
- [6] Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс / С. Хайкин. – М: ИД "Вильямс", 2008. – 1104 с.

Наук. керівник – ас. Момот А.С.